# سنگشناسی بازالتهای کواترنری طبس (خاور ایران)

نوشته: سیدمحمد هاشمی\*، محمدهاشم امامی\*\*، منصور وثوقی عابدینی\*\*\*، محمد پورمعافی\*\*\* و منصور قربانی\*\*\*

\*دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران؛
\*\*سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ایران؛
\*\*\* دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

# Petrology of Quaternary Basalts of Tabas (East of Iran)

By: S. M. Hashemi<sup>\*</sup>, M. Emami<sup>\*\*</sup>, M. Vossoughi Abedini<sup>\*\*\*</sup>, M. Pourmoafi<sup>\*\*\*</sup> & M. Ghorbani<sup>\*\*\*</sup>

\*Islamic Azad University, Sciences and Researches Branch, Tehran, Iran \*\* Geological Survey of Iran, Tehran, Iran \*\*\* Earth Science, Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran ۱۳۸۶/۰۲/۲۵: تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۰۷/۲۹

#### چکیدہ

در جنوب خاور شهر طبس منطقهای به وسعت حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع از بازالتهای مربوط به کواترنری پوشیده شده است که از نظر زمین شناسی جزء زون لوت به شمار می آیند. براساس مطالعات سنگنگاری و تجزیه میکروپروب الکترونی (EMPA)، بافت این سنگها بیشتر پورفیری و گاهی آفیریک است. درشت بلورهای این بازالتها به طور عمده اولیوین از نوع کریزولیت، اوژیت و پلاژیو کلاز (لابرادوریت تا آندزین) است که در خمیرهای از میکرولیتهای پلاژیو کلاز و بلورهای ریز پیرو کسن و گاه شیشه قرار دارند. براساس نمودارهای مقدار مجموع قلیایی ها در مقابل مقدار<sub>2</sub>SiO ماهیت ماگمای این سنگها قلیایی تا نیمه قلیایی تعیین شد و علت ویژگیهای نیمه قلیایی برخی از سنگها، پدیده آغشتگی ماگمای قلیایی با مواد پوستهای است. فقر نیوبیم در سنگها قلیایی تا نیمه قلیایی از دلایل مهم این پدیده است. نمونههای قلیایی دارای نفلین نورماتیو و نمونههای نیمه قلیایی با مواد پوستهای است. مطالعات ایزوتوپهای SP و NN این آغشتگی پوستهای را تأیید کردهاند و به علاوه نشاندهنده این است که منشأ ماگمای اولیه بازالتها از بخشهای بالای گوشته است. مطالعات ایزوتوپهای SP و نما این و نمودارهای زمین ساختی – ماگمایی این بازالتها از نوع درون قارهای است که در کوارتز نورماتیو هستند. مطالعات ایزوتوپهای SP و شاخههای فرعین از مین ساختی – ماگمایی این بازالتها از نوع درون قارهای است که منشأ ماگمای اولیه بازالتها از بخشهای بالای گوشته است. براساس مطالعات صحرایی شاخههای فرعی این گسل به سطح زمین راه یافتهاند .

# كليد واژه ها: طبس، بازالت، قليايي سديك، گسل نايبند، ايزوتوپهاي Nd-Sr

### Abstract

In southeastern Tabas there is a 400 square kilometer area of Quaternary basalts, which is geologically located in Lut zone. According to petrographic studies and EMPA analysis, the textures of these rocks are generally porphyric and some times aphyric. The phenocrysts of these basalts are generally chrisolite, augite, and plagioclase (andesine to labradorite), which are embedded in a texture of plagioclase microlites and small blades of pyroxene. According to the diagrams of accumulative amount of alkaline against the amount of SiO2, the nature of the magma is alkaline to sub-alkaline. The reason for the sub-alkaline character of some of these rocks is that the alkaline magma has been contaminated with crust materials. One of the most important reasons for this is the reduction of niobium in rocks enriched with SiO2. The alkaline samples have normative nepheline and the sub-alkaline samples normative quartz. The studies of Nd and Sr isotopes have confirmed the crust contamination and also the source for early magma of basalts is the upper parts of mantle. Based on the field studies and tectono- magmatic diagrams, these basalts are of intercontinental type because of the activities of great fault of Nayband in Quaternary and separation in their cross



C

point reaching the earth's surface.

Key words: Tabas, Basalt, Sodic alkaline, Nayband fault, Nd-Sr isotops

#### 1- مقدمه

بازالتهای کواترنری یکی از آخرین نشانههای ماگماتیسم در ایران هستند که برخی از آنها در ارتباط با شکستگیهای ژرف و گسلهای فعال در طی کواترنری است، منشأ این بازالتها لایه بارور گوشته است(امامی،۱۳۷۹). با توجه به این که این بازالتها جوان و در نتیجه بدون دگرسانی و هوازدگی هستند، میتوان ترکیب اولیه ماگمای تشکیل دهنده آنها را به طور دقیق تعیین کرد و در مورد مسائل زمینساختی – ماگمایی آنها اظهار نظر کرد. بازالتهای کواترنری طبس با توجه به گسترش زیاد و موقعیت خود در خاور ایران از اهمیت خاصی برخوردار هستند و فقط در هنگام تهیه نقشه زمین شناسی نای بندان و گزارش مربوطه، به صورت گذرا مورد مطالعه قرار گرفتهاند و این پژوهش، اولین مطالعه سیستماتیک سنگشناسی آنها است و هدف از این تحقیق، بررسی سنگزایی بازالتهای منطقه و فرایندهای ماگمایی احتمالی صورت گرفته و در نهایت تعیین محیط زمین ساختی – ماگمایی منطقه است که در این رابطه باید نقش گسل بزرگ نای بند مدنظر قرار گیرد.

# ۲- موقعیت زمینشناسی

منطقه مورد مطالعه در محدوده طول جغرافيايي ۱۰ °۵۷ تا ۳۰ °۵۷ خاوري و عرض جغرافیایی ۴۵° °۳۲ تا °۳۳ شمالی و در فاصله ۱۴۰ کیلومتری جنوب خاور شهر طبس قرار گرفته است(شکل ۱). این محدوده در نقشه زمین شناسی نای بندان (مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰) و نقشه زمین شناسی شکست آبشاله (مقیاس ۱/۱۰۰۰۰) قرار دارد و براساس تقسیم بندیهای پیشنهادی جزو زون لوت به شمار می آید. در بخش خاوری منطقه مورد مطالعه، امتداد شمالی گسل بزرگ نایبند قرار دارد. وجود چشمههای آبگرم و سرد و جابهجایی رسوبات کواترنری و مسیر آبراههها دلیل بر فعالیت این گسل در طی کواترنری است. بازالتها در باختر گسل نایبند رخنمون دارند و محدودهای به وسعت ۴۰۰ كيلومتر مربع را پوشاندهاند (شكل ٢). ريخت شناسي بازالت ها نسبت به اطراف نسبتاً مرتفع بوده و به طور عمده به صورت روانههای بازالتی با ستبرای کم بوده و همبری آنها با سنگهای زیرین به صورت دگرشیب است(عکس ۱). بازالتها از نظر ظاهري حالت بلوكي و قطعه قطعه دارند و به طور عمده سياه رنگ بوده و بسیار سخت و متراکم و محکم هستند(عکس ۲) و در نمونه دستی بافت آنها به طور عمده دانهریز بوده و برخی نمونهها بافت حفرهای دارند که ابعاد حفرهها حداکثر تا ۵۰ میلیمتر میرسد و حفرههای حاشیه

سنگها بیشتر از کانیهای ثانویه مانند زئولیت پرشده که به وسیله رنگ سفید کاملاً مشخص هستند(عکس ۳).

# 3-7 روش مطالعه

پس از جمع آوری اطلاعات موجود از منطقه مورد مطالعه، بررسی های مقدماتی از کل منطقه و تعیین مسیر های پیمایش و نمونه برداری انجام و سپس ۱۸۰ نمونه که معرف کل منطقه باشند انتخاب شد. بیش از ۱۲۰ مقطع ناز ک میکروسکوپی تهیه و مطالعات سنگنگاری آنها انجام شد و سپس ۳۰ نمونه انتخاب و به روش فلورسانس پرتو ایکس (XRF) برای ۳۲ عنصر اصلی و فرعی در شرکت کانساران بینالود تجزیه شد (جدول ۱). تعداد ۵ نمونه انتخاب و در مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران در کرج مورد تجزیه مایکروپروب الکترونی (EMPA) قرار گرفت. در این روش، تجزیه کمی نقطه ای بر روی درشت بلورهای اولیوین و کلینوپیروکسن انجام شد و تصاویر میکروسکوپ الکترونی به روش BSE برای هر نمونه تهیه شد، همچنین در این مرکز دو نمونه مورد تجزیه کانی شناسی به روش CRD قرار گرفت. در نهایت چهار نمونه مورد تجزیه کانی شناسی به روش CRD قرار گرفت. در این مرکز دو نمونه مورد تجزیه کانی شناسی به روش CRD قرار گرفت. در این مرکز دو نمونه مورد تجزیه کانی شناسی به روش SRD قرار گرفت. در این مرکز دو نمونه را دونه قلیایی، ۲ نمونه نیمه قلیایی)، انتخاب و در دانشگاه کارلتون

# ۴-سنگنگاری و نامگذاری

با توجه به مطالعات سنگنگاری مقاطع نازک میکروسکوپی نمونههای تهیه شده، ویژگیهای میکروسکوپی سنگهای منطقه مورد مطالعه به شرح زیر است: **بافت :** پورفیری با خمیره میکرولیتی و گاهی ریز دانه، برخی نمونهها نیز دارای بافت پورفیری با خمیره میکرولیتی شیشهای است. در برخی از نمونهها حالت جریانی و یا نیمه جریانی در میکرولیتهای خمیره دیده می شود. چنان که گفته شد، بافت این سنگها پورفیری و بنابراین حاوی درشت بلور خمه ه هستند.

**درشت بلورها:** درشت بلورها از نوع اولیوین ، پیرو کسن و پلاژیو کلاز هستند. درشت بلورهای اولیوین و پیرو کسن در تمام نمونهها موجود است، اما برخی از نمونه ها فاقد درشت بلورهای پلاژیو کلاز هستند. مقدار درشت بلورها از حدود ۵ تا ۲۰ درصد متغیر است (عکس ۴).

عدم وجود درشت بلورهای پلاژیو کلاز و تفاوت تعداد درشتبلورها در این

### سنگشناسی باز التهای کواتر نری طبس (خاور ایر ان)

سنگها حاکی از تفاوت شدت تفریق بلورین در ماگمای این سنگها پیش از انجماد و جایگیری نهایی است. سنگهایی که حاوی درشت بلورهای پلاژیو کلاز هستند ماگمای آنها تفریق یافته ترین ماگمای مربوط به سنگهای منطقه است . همچنین نسبت بالای تعداد درشت بلورهای اولیوین به پیرو کسن نیز گویای شدت تفریق بلورین در ماگمای این سنگها است. تمام این ویژگیها در ترکیب شیمیایی این سنگها نیز مستتر است.

**درشت بلورهای اولیوین :** درشت بلورهای اولیوین نیمه شکل دار تا بی شکل هستند، بلورهای خود شکل به ندرت در این سنگها دیده می شود. اندازه بلورها از ۲۰/۳ تا ۱/۱ میلی متر متغیر است. شکستگی های فراوانی در اولیوین ها دیده می شود و از طریق این شکستگی ها و حاشیه به ایدینگزیت تبدیل شده اند. شدت تبدیل شدگی متفاوت است. کانی کاملاً سالم از اولیوین به ندرت دیده می شود .

درشتبلورهای پیروکسن : درشتبلورهای پیروکسن به صورت بلورهای نیمه شکل دار تا بی شکل هستند و فراوانی آنها به طور عمده از اولیوین کمتر است. اندازه این کانی ها از ۲/۲ تا ۱ میلی متر متغیر است و بنابراین از اولیوین ها کوچک تر هستند. رنگ پیروکسن ها گاه مایل به بنفش روشن است که حاکی از وجود مقداری عنصر تیتانیم در ساختار آنها است (عکس۵).

درشت بلورهای پلاژیو کلاز : درشت بلورهای پلاژیو کلاز اغلب شکل دار تا نيمه شكل دار بوده( عكس 6) و داراي دوقلويي آلبيتي هستند، طول اين كانيها از ۱/۰ تا ۱/۳ میلیمتر متغیر و بدون دگرسانی هستند n α و محور بلورشناسی a در این کانی ها حاکی از ترکیب آنها در حد لابرادوریت است (وثوقی عابدینی، ۱۳۸۳). این کانی در برخی از سنگهای مورد مطالعه وجود ندارد و علت آن عدم شدت تفريق بلورين كافي در ماگما براي تشكيل اين كاني در عمق بوده است . **خمیرہ:** حدود ۸۰ درصد سنگ را خمیرہ تشکیل میدہد و چنانچہ تذکر داده شد دارای بافت های متفاوت از نوع میکرولیتی، میکرولیتی شیشهای و میکرولیتی جریانی است. در خمیره سنگ بلورهای تیغهای پلاژیوکلاز، پیروکسن و گاهی اولیوین موجود است. در برخی از نمونهها فضای بین پلاژیو کلازها را شیشه اشغال کرده است. کانیهای مات به طور عمده از نوع مگنتیت است در خمیره تمام سنگهای مورد مطالعه دیده می شود (عکس۷). **نام سنگ :** با در نظر گرفتن بافت و ترکیب کانی شناسی مذکور می توان این سنگها را اولیوین بازالت، بازالت و بازالت آندزیتی نامید. آن دسته از سنگهایی که حاوی مقدار قابل توجهی درشت بلور اولیوین و درشت بلورهای پیروکسن هستند، اولیوین بازالت و آنهایی که حاوی مقدار جزئی درشت بلور اولیوین و درشت بلورهای پیروکسن هستند ، بازالت (Michelle et al., 2004) و سنگ هایی که علاوه بر درشت بلورهای اوليوين يا پيروكسن يا هر دو، حاوى درشت بلورهاى پلاژيوكلاز نيز هستند،

بازالت آندزیتی نامیده می شوند. لازم به تذکر است که البته این سنگها را نمی توان با یک خط واضح از یکدیگر جدا نمود، چون تبدیل آنها به یکدیگر ناگهانی نیست و بر حسب شدت تفریق بلورین در ماگمای اولیه آنها به مرور انجام می گیرد .

برای تکمیل اطلاعات، تجزیه کمی نقطهای مایکروپروب الکترونی (EMPA) بر روی ۷۰ نقطه از درشت بلورهای اولیوین و پیروکسن بازالتها انجام شد. عکس۸ تصویر BSE از فازهای اولیوین و پیروکسن را نشان می دهد. بر اساس تجزیه شیمیایی کانی اولیوین و بر اساس درصد وزنی اکسیدها، فرمول کلی اولیوینها به صورت (Mg<sub>1.053</sub>, Fe <sub>0.886</sub>, Mn<sub>0.1114</sub>, SiO<sub>4</sub>) تعیین شد. ترکیب کلی اولیوینها (K-۶۴) تعیین گردید که از نوع کریزولیت ترکیب کلی اولیوینها (Koo, FeO) تعیین گردید که از نوع کریزولیت CaO, FeO, که به صورت از آن الا پیروکسنها از درصد رeco, FeO, FeO استفاده شد و به کمک تعداد مول این اکسیدها، فرمول کلی پیروکسنها استفاده شد و به کمک تعداد مول این اکسیدها، فرمول کلی پیروکسنها اعلب ترکیب اوژیت و تعداد کمی ترکیب دیوپسید دارند (نمودار ۲). برای تکمیل اطلاعات حاصله، دو نمونه به روش XRD مورد تجزیه کانی شناسی قرار گرفتند و کانیهای شناسایی شده شامل لابرادوریت، اولیوین، اوژیت، مانیتیت و ایلمینیت هستند.

بر اساس ردهبندی TAS (Le bas, 1986) که بر اساس مجموع قلیاییها در برابر افزایش میزانSiO<sup>2</sup>٪ است و ردهبندی فرعی مربوطه اغلب نمونهها در محدوده تراکی بازالت، تراکی آندزیت بازالتی(موژه آریت) و آندزیت بازالتی قرار می گیرند(نمودار۳).

بر اساس ردهبندی فلوید و وینچستر که بر اساس تغییرات Zr/TiO<sub>2</sub> در برابر افزایش میزان Nb/Y است، نمونههای مورد مطالعه در محدوده قلیایی بازالت قرار می گیرند(نمودار ۴ )(Winchester & Floyed, 1978).

# ۵- مطالعات زمینشیمی

بر اساس نتایج حاصله از تجزیه XRF نمونههای مورد مطالعه، سری ماگمایی آنها تعیین شد. بر اساس تغییرات مجموع قلیاییها در برابر افزایش 2003 (Irvine & Baragar, 1971) نمونهها در صورت تجمعی در محدوده قلیایی و تعدادی در محدوده نیمه قلیایی قرارمی گیرند که علت آن افزایش میزان نمونههای نیمه قلیایی به علت آغشتگی ماگمایی است که بعداً مورد بحث قرار می گیرد. از نمودارهای تغییرات %20Na در برابر افزایش %Na 1975) و تغییرات %20Na در برابر افزایش %SiO 2023 (Emami,1981) برای تفکیک سریهای سدیک و پتاسیک از یکدیگر استفاده شد که بر اساس این نمودارها، نمونههای مورد مطالعه از نوع

سدیک هستند (نمودار۵و۶و ۷).

نمونههای نیمه قلیایی حداکثر تا ۸ درصد دارای کوار تز نور ماتیو است در حالی که نمونههای قلیایی حداکثر ۱۵ درصد نفلین نور ماتیو دارند. رفتار زمین شیمیایی اکسیدهای عناصر اصلی و عناصر فرعی در برابر افزایش SiO<sub>2</sub> و MgO بررسی شد. با افزایش SiO<sub>2</sub> و یا کاهش MgO میزان CaO, SiO<sub>2</sub>, FeO\*, TiO<sub>2</sub>, CaO کاهش می یابد که نمایانگر تفریق و تبلور عادی ماگماست. میزان K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O کاهش می یابد که نمایانگر تفریق و تبلور عادی ماگماست. میزان K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O و Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> با افزایش میزان SiO<sub>2</sub> کاهش می یابد که نشان دهنده آغشتگی ماگما با سنگ های سیلیسی مسیر و افزایش میزان SiO<sub>2</sub> در نمونه هاست. با افزایش میزان SiO<sub>2</sub> و یا کاهش MgO مقدار SiO در نمونه هاست. کاهش و مقدار Ga, Ba و افزایش می یابد که نشان دهنده روند عادی تبلور و تفریق ماگماست (شکل ۳).

از مطالعات زمین شیمیایی برای تعیین محیط زمین ساختی – ماگمایی سنگها استفاده می شود(Rollinson, 1993). برای این منظور از نمودار TT در برابر <sub>2</sub> (Pearce,1980) TiO) برای نمونه های منطقه مورد مطالعه استفاده شد (نمودار ۸). براساس این نمودار، تمام نمونه های بازالتی مورد مطالعه در محدوده گدازه های درون صفحه ای قرار گرفته و تمرکز آنها در یک محل نمایانگر ار تباط زایشی آنها است. به کمک نمودار های زمین ساختی – ماگمایی که بر اساس میزان عناصر کمیاب طراحی شده اند، نمونه های مورد مطالعه، جزو بازالت های درون صفحه ای می باشند (نمودار های و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲). نمودار بر اساس میزان عناصر کمیاب طراحی شده اند، نمونه های مورد مطالعه، جزو عنکبوتی میانگین بازالت های طبس که به وسیله MORB بهنجار سازی شده اند مفحات قاره ای می باشد (نمودار ۳۱). غنی شدگی عناصر ILLE ( مانند dR و مفحات قاره ای می باشد (نمودار ۳۱). غنی شدگی عناصر Sun, 1980) و U و کاهش عناصر خاکی کمیاب در نمودار عنکبوتی (Sun, 1980) که به وسیله کندریت بهنجار سازی شده است، مشاهده می شود که بیانگر در جات که به وسیله کندریت به نجار سازی شده است، مشاهده می شود که بیانگر در جات ذوب بخشی کم بازالت های طبس است(نمودار ۱۴).

## 6- مطالعات ایزوتوپی Sr و Nd

با توجه به اهمیت و دقت مطالعات ایزوتوپی عناصر Nd و Sr در تعیین منشأ ماگما و تحولات ماگمایی از قبیل آلایش و آغشتگی ماگما تعداد چهار نمونه از بازالتهای منطقه مورد مطالعه(دو نمونه قلیایی و دو نمونه نیمهقلیایی) انتخاب و در دانشگاه کارلتون کانادا مورد تجزیه ایزوتوپی پرتوزا برای ایزوتوپهای SzوNd قرار گرفت. نتایج تجزیه ایزوتوپی در جدول ۲ آورده شده است. میزان 87Sr/86Sr در گوشته پایین (به علت پایین بودن مقدار Rd) و در پوسته ی قارهای بالاست. سنگهایی که میزان 87Sr/86Sr اولیه آنها کمتر از ۷۰۷/۰ باشد، به طور قاطع می توان گفت که ماگمای اولیه آنها از گوشته سرچشمه گرفته است که در مسیر با پوسته آغشتگی پیدا نموده است

(Cousens et al., 1996)، مانند نمونه های منطقه مورد مطالعه (جدول ۲)، در صورتی که نسبت 87Sr/86Sr اولیه یک سنگ بیشتر از ۰/۷۱ باشد، در این حالت می توان گفت که قسمت بیشتر ماگما از پوسته قاره ای منشأ گرفته است و در مواردی که این نسبت در محدوده ۰/۷۱-۰/۷۷ واقع شود از آمیختگی ماگمای گوشته و پوسته قاره ای به نسبت های مختلف خواهد بود.

Archive of SID

همان طور که در جدول ۲ملاحظه می شود میزان 87Sr/86Sr نمونههای قلیایی ۲۹۱۵-۷۰ تا ۲۹۸۸-۷۰ تغییر می کند در حالی که این میزان در نمونههای نیمه قلیایی از ۲۷۰۵۷۷۴ تا ۷۷۰۵۷۷۷ متغیر است یعنی نمونههای نیمه قلیایی مقادیر بیشتری از 87Sr/86Sr نسبت به نمونههای قلیایی دارند و غنی شدگی نمونههای نیمه قلیایی از ایزوتوپهای Sr، به علت آغشتگی ماگمای آنها در حین صعود با سنگهای پوستهای و جذب Sr توسط آنهاست. در مجموع با توجه به مقادیر 87Sr/86Sr نمونههای مورد مطالعه ، جزو بازالتهای درون صفحههای قارهای قرار می گیرند.

مقادیر ENd برای همه نمونه ها بیشتر از صفر، یعنی ENd مثبت است. لذا ماگمای آنها از گوشته تهی شده حاصل شده است. همان طور که ملاحظه می شود برای نمونه های قلیایی ENd بین ۲۹/۰۱۹۴۰ و برای نمونه های نیمه قلیایی ENd بین ۲۱/۳۲ تا ۲۰/۳۲ متغیر است به عبارت دیگر نمونه های نیمه قلیایی مقادیر بیشتر و مثبت تر و در نتیجه تهی شده تر از انواع قلیایی دارند و علت آن جذب برخی عناصر کمیاب گوشته ای مانند Ce و Nb در حین صعود ماگمای آنها توسط سنگهای پوسته ای است.

نمودار ۱۵ موقعیت نمونههای مورد مطالعه بازالتهای طبس را در نمودار تغییرات ENd در برابر تغییرات ESr نشان میدهد.

از نسبتهای ایزوتوپی Sr و Nd و مقادیر Ba و Ce برای تعیین منشأ بازالتها استفاده می شود (نمودارهای ۱۶ و ۱۷) (Hallidy et al., 1995) . نمونههای مورد مطالعه بر روی این نمودارها رسم شد همان طور که ملاحظه می شود، نمونههای مورد مطالعه به مقادیر گوشته اولیه (PM) نزدیک است، بنابراین گوشته سست کرهای به عنوان منشأ اصلی ولکانسیم بازالتی در منطقه معرفی می شود. کارلسون و دیپائولو منشأ مشابهی را برای بازالتهای رودخانه کلمبیا وهمچنین پارلاک برای بازالتهای آدانا در ترکیه معرفی کردهاند (Carlson et al.,1981 & Depaolo, 1988 & Parlak et al.,2000) کلمبیا وهمچنین پارلاک برای بازالتهای آدانا در ترکیه معرفی کردهاند یک نمونه (D.16) از بقیه نمونهها و همچنین خط PM دور است، این نمونه مقدار dN کمتری نسبت به دیگر نمونهها دارد و به علاوه میزان SiO آن آن ۸۹/۷٪ است که این می تواند نشان دهنده آغشتگی این نمونه با سنگهای پوسته ای نسبت به سه نمونه دیگر باشد (نمودارهای ۶۱و ۷۱). بوده که ماگمای مادر آنها از گوشته بالایی با در جات ذوب بخشی کم منشأ گرفته و روند تفریق و تبلور عادی را طی کرده و ماگما در حین صعود با سنگ های سیلیسی پوسته آغشتگی نموده و ترکیب شیمیایی آن تغییر کمی کرده است و باعث بروز ویژگی های نیمه قلیایی و وجود کوارتز نورماتیو در برخی نمونه ها شده است. باتوجه به مطالعات صحرایی و نمودارهای زمین ساختی – ماگمایی و عنکبو تی بازالت های طبس جزو بازالت های درون صفحه های قاره ای بوده که در اثر فعالیت و کشش و بازشدگی گسل بزرگنای بند و شاخه های فرعی آن در اوایل کواترنری فوران کرده اند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راههای دسترسی به آن.

کواترنری، در اثر ادامه این حرکات و همچنین حرکت صفحه عربستان به سمت شمال خاور و تأثیر مؤلفههای شمال باختر حرکت صفحه هند، باعث شده از گسلهای اصلی مانند گسل نایبند که با روند شمال – جنوب فعالیت داشته، گسلهای فرعی با روند خاوری – باختری ایجاد شده و بلوکهای حاصل در بین گسل اصلی و این گسلهای فرعی در اثر حرکات کششی و به صورت محدود در محل تقاطع گسلها بازشدگی داشته و در راستای آنها فعالیتهای آتشفشانی کواترنری به وجود آمده است(شکل۴).

# ۷- نتیجه گیری

بازالتهای طبس، بخشی از آتشفشانی خاور ایران بوده که در مجاورت گسل بزرگ و فعال نای بند در کواترنری فوران کردهاند. بر اساس مطالعات سنگنگاری و تجزیه مایکروپروب الکترونی (EMPA) سنگهای منطقه به طور عمده اولیوین بازالت تا بازالت آندزیتی هستند. بافت آنها پورفیری با خمیره میکرولیتی شیشهای است که در برخی نمونه ها حالت جریانی و یا نیمه جریانی در سنگ را تشکیل می دهند و شامل اولیوین (کریزولیت) و کلینوپیرو کسن (اوژیت) سنگ را تشکیل می دهند و شامل اولیوین (کریزولیت) و کلینوپیرو کسن (اوژیت) پلاژیو کلاز به طور عمده از نوع لابرادوریت هستند. وجود اولیوین های پلاژیو کلاز به طور عمده از نوع لابرادوریت هستند. وجود اولیوین های یا توجه به مطالعات زمین شیمیایی و رفتار اکسیدهای عناصر اصلی و کمیاب و ویژگی های ایزوتوپهای عناصر SP مان این بازالتها جزو سری قلیایی سدیک



شکل ۲ – نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه با مقیاس ۲۵۰۰۰ :۱ (سازمان زمین شناسی کشور، نای بند، گزارش شماره BJ)





#### سنگشناسی باز التهای کواترنری طبس (خاور ایران)

												-	•	0			C	<i>.</i>		-													
Sample	Sio2	AI2O3	Fe2O3	CaO	Na2O	MgO	К20	TiO2	MnO	P205	L.O.I	сі	s	Ва	Ce	Ga	Hf	Co	Cr	Cu	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	v	w	Y	Zr	Zn	Мо	U	Th
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
A-13a	49.66	15.96	10.20	8.41	5.13	5.24	1.50	1.665	1.004	0.338	0.65	327	12	304	38	19	15	22	126	13	24	66	9	22	400	125	1	13	144	93	< 1	1	1
A-15	53.70	14.88	9.32	7.90	4.98	4.40	1.15	1.727	1.008	0.299	0.35	115	524	200	62	22	19	22	102	8	23	66	2	24	799	124	1	12	153	91	< 1	3	4
A-17	56.58	14.32	8.79	7.47	5.04	3.31	1.17	1.556	1.007	0.267	0.48	369	920	309	52	16	13	21	81	12	20	47	8	26	562	117	7	13	143	96	< 1	1	1
A-20	53.24	15.53	9.19	8.23	5.46	3.23	1.27	1.622	1.007	0.286	0.55	119	1168	400	52	24	14	15	77	15	22	55	4	28	744	114	4	13	136	87	< 1	1	2
A-25	54.58	14.38	9.21	9.22	4.60	3.69	0.91	1.542	1.004	0.247	0.27	106	1314	277	15	13	12	23	103	3	20	62	2	24	365	124	1	12	121	87	< 1	1	1
A-26	52.32	14.93	9.63	9.58	5.00	3.83	0.97	1.621	1.007	0.244	0.84	165	210	278	59	20	15	32	108	21	19	62	7	26	597	129	14	12	130	81	< 1	1	1
A-29	56.52	14.12	8.43	8.54	4.38	2.93	1.28	1.553	1.004	0.325	0.39	107	1959	319	41	22	10	21	76	3	20	54	3	25	458	116	1	12	137	91	< 1	1	1
A-34	52.08	15.57	9.38	8.84	5.16	3.50	1.32	1.490	1.007	0.340	0.92	80	491	262	21	28	10	29	97	9	22	52	8	22	333	122	10	13	126	87	< 1	1	1
A-35	51.52	14.72	10.06	8.95	4.71	4.42	1.49	1.813	1.002	0.332	0.58	164	250	281	140	16	17	34	111	10	24	82	11	25	830	149	1	13	157	93	< 1	2	4
A-37	51.13	15.42	9.71	9.04	5.95	4.05	1.01	1.570	1.008	0.280	0.24	2746	1805	271	22	13	9	25	107	9	19	49	3	25	968	124	1	12	128	89	< 1	1	1
A-38	55.49	14.07	9.23	8.74	4.76	3.51	0.69	1.681	1.004	0.208	0.47	600	1723	230	13	18	12	26	103	15	14	72	6	18	409	126	1	12	119	87	< 1	1	1
A-40	52.14	14.30	9.76	9.31	5.00	3.96	1.40	1.806	1.005	0.294	0.65	1991	1024	256	65	14	14	20	85	16	24	63	1	24	458	141	12	13	148	95	< 1	4	5
A-9	54.67	14.37	9.18	7.82	4.93	3.91	1.20	1.677	1.004	0.264	0.72	493	841	338	28	15	13	20	116	13	22	72	11	25	434	120	2	14	148	87	< 1	1	1
B-6	54.33	14.55	9.05	8.08	4.74	3.98	1.46	1.620	1.005	0.322	0.62	82	10	249	41	15	10	26	112	20	15	60	6	23	444	122	15	14	147	92	< 1	1	1
B-8	52.17	15.56	9.49	7.85	5.52	4.10	1.18	1.744	1.007	0.269	0.54	123	271	272	8	19	15	27	107	12	21	59	6	27	442	130	1	13	151	95	< 1	1	3
C-1	53.39	15.21	9.32	7.97	5.15	3.72	1.39	1.573	1.008	0.311	0.80	127	1243	436	12	12	12	30	97	8	20	37	2	24	604	119	20	14	140	92	< 1	2	1
C-14b	51.66	15.64	10.15	9.21	5.26	3.79	1.19	1.733	1.003	0.323	0.02	108	938	353	10	17	11	21	102	14	18	70	3	23	688	116	1	12	130	88	< 1	3	1
C-4	55.91	14.73	8.94	7.65	5.15	3.21	1.15	1.594	1.005	0.232	0.37	116	359	328	29	24	14	15	86	9	19	51	2	28	585	114	1	14	137	85	< 1	1	1
C-6	56.81	13.34	9.72	8.10	4.43	2.95	0.99	1.644	1.008	0.222	0.63	157	286	323	11	16	15	27	94	11	22	57	N	30	409	116	2	13	139	91	< 1	1	2
C-7	52.71	15.34	10.13	8.75	5.24	3.58	0.78	1.667	1.009	0.212	0.43	106	417	352	18	14	10	16	104	21	14	70	5	25	760	125	1	14	130	89	< 1	1	1
D-10	55.62	14.44	8.92	7.64	4.92	3.27	1.14	1.566	1.009	0.270	0.94	680	1001	336	46	13	9	23	89	12	22	48	7	26	556	123	1	13	141	92	< 1	2	1
D-12	54.56	15.15	8.71	8.29	5.21	3.11	1.39	1.521	1.005	0.314	0.57	121	1622	361	12	23	10	23	82	34	22	56	1	25	520	113	1	13	132	90	< 1	1	1
D-13	56.34	14.61	8.46	8.13	4.86	2.81	1.25	1.508	1.009	0.288	0.39	131	1170	554	14	21	15	21	84	20	17	57	7	26	2353	115	1	12	174	92	< 1	1	1
D-15	55.39	14.56	8.67	7.92	5.19	3.19	1.24	1.543	1.009	0.274	0.80	150	1361	359	43	15	12	26	83	4	16	61	11	26	459	113	0	14	134	88	< 1	1	3
D-16	57.27	13.86	8.80	7.65	4.70	3.08	1.13	1.580	1.003	0.233	0.43	135	703	240	18	16	10	23	90	10	13	55	4	26	545	121	1	14	144	97	< 1	1	1
D-18	53.39	14.64	9.86	8.98	4.60	4.15	1.33	1.673	1.009	0.278	0.04	90	474	278	9	19	16	29	83	4	19	62	8	23	586	133	1	14	132	89	< 1	1	4
D-21	47.88	16.06	10.76	10.19	5.47	5.13	1.42	1.705	1.003	0.314	0.03	138	1207	271	85	14	17	26	86	15	25	64	10	21	930	135	1	13	133	88	< 1	1	1
D-22	51.20	15.26	9.87	9.39	5.15	4.30	1.40	1.657	1.003	0.311	0.10	309	445	315	17	12	13	29	74	12	21	64	3	24	446	132	17	13	138	85	< 1	1	1
D-23	50.04	15.40	9.80	9.23	5.21	4.62	1.42	1.639	1.003	0.343	0.44	531	1715	263	59	10	12	20	105	13	21	76	7	24	437	126	1	14	138	85	< 1	1	1
D-6b	49.79	13.94	10.48	10.90	3.97	4.76	2.10	1.637	1.005	0.453	0.63	317	1078	371	34	15	14	24	90	9	31	38	10	32	877	138	1	14	167	84	< 1	1	3

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های مورد مطالعه

و D-23 قليايي مي باشند)	یایی و نمونه هایD-21 ر	A-29 و D-16 و نيمه قل	نطقه مورد مطالعه (نمونههای	چهار نمونه از سنگهای م	عدول ۲ – نتايج تجزيه ايزوتوپي
-------------------------	------------------------	-----------------------	----------------------------	------------------------	-------------------------------

Sample Name	A-29	D-23	D-16	D-21		
Nd (ppm)	22.98	28.85	23.12	28.11		
143Nd/144Nd (est)	0.512707	0.512686	0.512709	0.512688		
143Nd/144Nd 2-sig	0.000004	0.000003	0.000004	0.000003		
Total Sm	5.90	7.25	5.75	7.1		
147Sm/144Nd	0.1551	0.1518	0.1553	0.15122		
143Nd/144Nd init	0.512707	0.512686	0.512709	0.512688		
Eps Nd (CHUR)T	1.34	0.94	1.32	0.91		
Tdm(0.214,0.513115)	1057	1050	1055	1049		
87Sr/86Sr meas	0.705774	0.705298	0.705777	0.705291		
2-sig	0.000004	0.000005	0.000004	0.000005		
Sr (ppm)	1346.94	478.34	1347.55	477.21		
Rb (ppm)	119.26	21.07	118.55	22.21		
87Rb/86Sr	0.2561	0.1274	0.2455	0.1284		



#### سنگشناسی باز التهای کواترنری طبس (خاور ایر ان)





A: Volcanic arc lavas ; B: MORB ; C: Within plate Lava







شکل ۴- موقعیت بازالتهای کواترنری طبس و ارتباط آنها با گسل بزرگ نایبند و سایر گسلهای منطقه(ناظمی،۱۳۷۷) (تهیه شده بر اساس تصاویر ماهوارهای با مقیاس ۱۰۰۰۰: ۱ )



عکس ۲- ساختار بلوکی و قطعه قطعهای در بازالتهای سیاه رنگ و سخت و متراکم نگاه به سمت خاور است و دامنه باختری رشته کوه شتری مشاهده می شود.



عکس ۱ – جایگیری گدازههای بازالتی (Qob) بر روی رسوبات تریاس . نگاه به سمت جنوب باختر





عکس ۳ – ساخت حفرهای در بازالتها. حفرههای حاشیه سنگ توسط کانی زئولیت « سفید رنگ» پر شدهاند.



ب

الف

# عکس ۴ – بافت پورفیری با خمیره میکرولیتی نیمه جریانی و درشت بلورهای اولیوین و کلینوپیروکسن با حاشیه واکنشی الف) با استفاده از تجزیه کننده (آنالیزور)(XPL)



عکس ۶ – بلورهای درشت اولیوین و درشت بلور پلاژیوکلاز در خمیره میکرولیتی، در قسمت پایین و چپ یک حفره دیده میشود.



عکس ۵ – درشت بلور اوژیت که Ti جذب نموده و مایل به بنفش است (PPL)





عکس ۷ – خمیره میکرولیتی که تعدادی ریز بلورهای اولیوین و کلینوپیروکسن و مقداری شیشه و اکسیدهای آهن(به رنگ سیاه در شکل ب) نیز وجود دارد. یک حفره تمیز و خالی در عکس دیده می شود . الف) با استفاده از تجزیه کننده(XPL) ب) بدون استفاده از تجزیه کننده(PPL)



تابستان۸۷، سال هفدهم، شماره۶۸

UMD)

3



عکس ۸ – تصویر BSE میکروسکوپ الکترونی برای فازهای ۱-اولیوین ۲- پیروکسن



نمودار ۲ – ترکیب پیروکسن های بازالتهای طبس را نشان میدهد .

#### سنگشناسی باز التهای کواترنری طبس (خاور ایران)





نمودار ۷ - نمودار تفکیک سری های سدیک و یتاسیک (Emami, 1981)







Archive of SID

سنگشناسی باز التهای کواتر نری طبس (خاور ایران)



www.SID.ir

100



(Halliday et al., 1995)

#### کتابنگاری

امامی، م. ، ه.، ۱۳۷۹– ماگماتیسم در ایران، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۸ صفحه ناظمی، م.، ۱۳۷۷– نوزمین ساخت بلوک طبس با نگرشی بر زمینشناسی ساختمانی ناحیه قوری چای(ناحیه زغالدار پروده – جنوب طبس) رساله دوره کارشناسی ارشد تکتونیک، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور. وثوقی عابدینی، م.، ۱۳۸۳– مبانی تئوری و عملی کانی شناسی نوری – آرین زمین.

#### References

- Carlson, R.W., Lugmair, G.W. & Macdaugall, J.D., 1981- Columbia River volcanism; the question of mantle heterogeneity or crustal contamination. Geochimica osmochimica Acta, 45, 2483-2500.
- Coombs, Michelle L. & Gardner, James E. , 2004- Reaction rim growth on olivine in silicic melts: Implications for magma mixing American Mineral , No. 89: 748 758

۶۸۵ کی معاره ۶۸ تابستان ۸۷، سال هفدهم، شماره ۶۸ www.SID.ir

- Cousens, B.L, Basu. A. & Hart, S.,1996- Depleted and enriched upper mantle sources for basaltic rocks from diverse tectonic environments in the northeast Pacific Ocean: the generation of oceanic alkaline vs. tholeiitic basalts, American geophysical union geophysical monograph 95, P.207-231.
- Depaolo, D.J., 1988- Neodymium isotope geochemistry: An introduction. Springer Verlag, New York.
- Emami, M.H.,1981- Gologie de laregion de Qom-Aran(Iran).Contribution a L etude dynamique et geochimique du volcanisme tertiaire de I Iran Central.Fac,489P.30cm,6,Abstr.Eng,BiBl.18P.These doct.Sci., Naturelles/ Grenoble 1/1981
- Halliday, A.N.,Lee, D.C., Tommasini, S., Davis, G.R.,P.R., Fitton, J.G. & James, D.E., 1995-Incompatible trace elements in OIB & MORB & source enrichment in the sub-oceanic mantle.Earth and Planetary Science Letters, 133, 379-395
- Harker A., 1909- The natural history of igneous rocks. Methuen, London.
- Irvine, T.N. & Baragar, W.R.B., 1971- A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, Can.J.Earth.Sci, 8, P.523-548
- Kluver, H.M., Tirrul , R., Chance , P.N.Johns , G.W., Meixner , H.M., 1983- Explanatory text of the Naybandan Quadrangle Map (1 : 250000) , Geol. Survey Iran, Rep. No.J8, 143 P.
- Le bas, Le Maitre, Streckeisen & Zanettin, 1986- A Chemical classification of volcanic rocks Based on the Total-Alkali- Silica. Diagram. J. pet, vol. 27, part 3, P.745-750.
- Middlemost, E.A.K., 1975-The basalt clan. Earth Sci. Rev., 11, 337-364.
- Parlak, O., Delaloye, M., Kozlu, H. & Fontignie, D. (2000- Trace element and Sr-Nd isotope geochemistry of the alkali basalts observed along the Yumurtalik Fault (Adana) in southern Turkey, Bult. Earth sci. Hacettepe university, P.137-148.
- Pearce, J.A. & Cann, J.R., 1973- Tectonic setting of basic volcanic rocks and determined using trace element analyses, Earth and Planet. P.290-300
- Pearce, J.A., 1980- Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lavas from Tethyan ophiolites. Proc.Int. Ophiolite Symp., Cyprus 1979. Institute of Mining and Metallurgy, pp. 261-272.
- Pearce, J.A., 1983- Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth C.J. and Norry M.J.(eds.), Continental basalts and mantle xenoliths. Shiva, Nantwich, pp. 230-249.
- Pearce. J. A. & Norry, .J., 1979- Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks. Contrib. Mineral, petrol, v.69, P.33-47.
- Rollinson, H, 1993- Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation: Longman Group publi; 344. P.
- Sun, S. S., 1980- Lead isotopic study of young volcanic rocks from mid-ocean ridges, ocean islands and island arcs. Phil. Trans. R. Soc., A297, 409-445.
- Winchester, J.A & Floyed, P.A., 1978-Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements: chem. Geol.20, P.325-343.

